

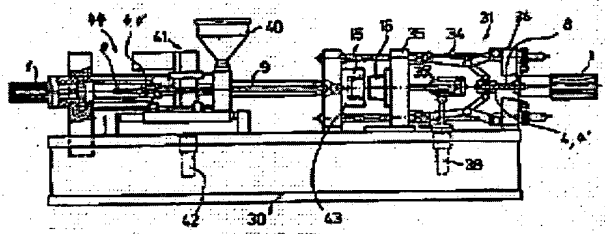
Drive unit for converting rotary into linear motion on injection moulding machine

Patent number: DE4409822
Publication date: 1995-08-24
Inventor: STILLHARD BRUNO (CH)
Applicant: PROCONTROL AG (CH)
Classification:
- **international:** B29C45/40; B29C45/50; B29C45/66; B29C45/40;
B29C45/46; B29C45/66; (IPC1-7): B29C45/64;
B29C45/40; B29C45/58
- **europaean:** B29C45/40B; B29C45/50B; B29C45/66
Application number: DE19944409822 19940322
Priority number(s): CH19940000492 19940219

[Report a data error here](#)

Abstract of DE4409822

A power transmission system for converting rotary to linear motion on an electrically driven injection moulding machine comprises a drive motor (1), a fixed unit and a moving unit, the latter units being a threaded spindle (8) and sleeve which act in conjunction with planetary moving threaded rollers. Conversion of rotary into linear movement is effected by rotating either the sleeve or the spindle (8) while the other moves axially.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 44 09 822 C 2

⑳ Aktenzeichen: P 44 09 822.7-16
㉑ Anmeldetag: 22. 3. 94
㉒ Offenlegungstag: 24. 8. 95
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 12. 6. 97

⑤① Int. Cl.⁸:
B 29 C 45/64
B 29 C 45/58
B 29 C 45/40
B 22 D 17/28
B 22 D 17/30
B 22 D 17/22

DE 44 09 822 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
19.02.94 CH 00492/94

⑦③ Patentinhaber:
ProControl AG, Flawil, CH

⑦④ Vertreter:
von Samson-Himmelstjerna und Kollegen, 80538
München

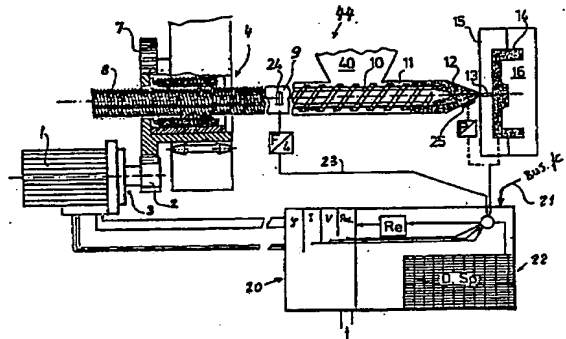
⑦② Erfinder:
Stillhard, Bruno, St. Gallen, CH

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

| | |
|-------|--------------|
| DE-PS | 5 18 347 |
| CH | 2 733 A |
| CH | 353 A |
| US | 52 66 874 |
| US | 43 80 335 |
| EP | 01 64 419 A1 |

⑤④ Antrieb für wenigstens eine linear bewegbare Achse einer Spritzgießmaschine

⑤⑦ Antrieb für wenigstens eine linear bewegbare Achse (8, 42) einer Spritzgießmaschine mit einem eine Rotationsbewegung ausführenden Antriebsmotor (1, 38, 41) und einem Übertrieb für die Umsetzung der Rotationsbewegung des Antriebsmotors (1, 38, 41) in die Linearbewegung der wenigstens einen Achse (8, 42), dadurch gekennzeichnet, daß der Übertrieb als Rollengewindetrieb (4) mit einer Rollenspindel (8), einer Rollenmutter (51) und dazwischenliegenden Planetenrollen (52) ausgebildet ist.



DE 44 09 822 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Antrieb gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein derartiger Antrieb ist aus der gattungsgemäßen EP 0 164 419 A1 bekannt.

5 Spritzgießmaschinen sind heute hochentwickelte automatisch arbeitende Maschinen zur Herstellung von Kunststoffteilen von wenigen Zehntelgramm bis 20 und mehr Kilogramm Teilgewicht. Es hat sich gezeigt, daß die Öhydraulik sich als Antriebselement sowohl für Spritzgießmaschinen wie für Druckgießmaschinen geradezu
 10 anbietet. Die zu bewegenden Massen sind bei der Hydraulik klein, so daß das Reaktionsvermögen bei der Druckübertragung extrem hoch ist. Die Steuerung ist elektrisch-elektronisch bzw. rechnergesteuert. Dies erlaubt es, unter Verwendung der Proportional- und Servotechnik mit der Hydraulik höchsten Anforderungen an Qualität und Zykluszeit zu genügen. Der Hauptnachteil des hydraulischen Antriebes für Spritz- und Druckgießmaschinen liegt in dem enormen Energieverbrauch. Der Energieaufwand ist selbst dann noch hoch, wenn über komplizierte Steuer- und Regelsysteme ein Teil des Energieverbrauchs vermieden wird. Der Hauptgrund liegt
 15 darin, daß nur über einen Bruchteil einer ganzen Zyklusperiode der maximale Druck bzw. die maximale Antriebsleistung wirklich benötigt wird. Die überwiegenden Zeitabschnitte sind für die Einzelantriebe Ruhezeiten. Hinzu kommen als Nachteil Kosten für Kühlwasser, Anschaffung des Hydrauliköles, Entsorgung von Altöl usw.

Es ist bekannt, daß der Energieverbrauch einer elektrisch angetriebenen Spritzgießmaschine bei rund 50% im Vergleich mit der selben hydraulischen Maschine liegt. Erste Ansätze, zumindest den Hupantrieb des Kniehebel-
 20 verschlusses einer Kunststoffpresse rein elektromotorisch auszuführen, gehen bereits 60 Jahre zurück. Die Transformation der Rotationsbewegung in die lineare Bewegung erfolgt durch eine Mutter auf einer Gewindespindel, wie schon in der DE-PS 5 18 347 beschrieben ist. Der einfache Kniehebelsmechanismus wird durch Betreiben eines Elektro-Motors oder irgend eines Riemen-Antriebes betätigt, wobei die wechselweisen Bewegungen durch einfache Steuermittel erfolgen. Wenn ein besonders schneller Stillstand erreicht werden mußte,
 25 konnte zusätzlich eine Bandbremse vorgesehen werden. Erst mit den Fortschritten in der Leistungselektronik bei variablen Elektromotorantrieben und einer starken Kostenreduktion konnte aber diese Technik für den Einsatz großer Serien von Druck- und Kunststoffverarbeitungsmaschinen in der Praxis eingeführt werden. Es wurden bald die sich dafür anbietenden AC-Servomotoren für den direkten elektrischen Antrieb für die wesentlichen fünf Elemente an Spritzgießmaschinen vorgeschlagen. Es sind dies: Formschluß, Auswerfer, Einspritzen,
 30 Plastifizieren und Einspritzdüsen anpressen. Eine elektromotorisch und über ein komplexes Reduktions-Getriebe angetriebene Gewindespindel zum Betreiben einer Kniehebelpresse wird in der US 4 360 335 vorgeschlagen. Ausgehend von der Tatsache, daß der Kniehebel in gestrecktem Zustand allein durch die Reibung gehalten wird, erfolgt das Positionshalten durch den Elektromotor. Eine Bremsvorrichtung wird nicht mehr benötigt. Der große Vorteil liegt in dem kleinen Energieverbrauch und einer Fein-Kontrolle der ganzen Zykluszeit eines Preßvorganges. Die Druckschrift EP 0 164 419 A1 beschreibt ebenfalls eine entsprechende Formschließvorrichtung mit
 35 einem Kniehebelschließsystem, mit einem Getriebe sowie mit einer Kugelspindel und Servo-Motor. Teils wird hier von einem idealisierten, reibungsfreien, damit nicht realen Mechanismus ausgegangen, da für das Halten der Totpunktlage eine motorische Leistung verlangt wird. Die Verwendung einer Kugelspindel hat den Nachteil einer Betriebsgrenze von 300 bis 500 mm/s für die lineare Geschwindigkeit. Gemäß einem weiteren Vorschlag wird die Rotation mittels doppeltem Kurbelantrieb in eine lineare Bewegung umgesetzt.

Gemäß einem vierten Vorschlag (US 5 266 874) wird als mechanisches Zwischenglied zwischen Antriebsmotor und Arbeitselement eine Kombination Zahnstange/Ritzel eingesetzt. Die Umsetzung erfolgt über eine
 40 doppelte Zahnstange, angetrieben über ein Getriebe und Servomotor. Der Vorteil ist eine praktisch unbeschränkte lineare Geschwindigkeit. Auch hier ist der mechanische Getriebeaufwand für die Umsetzung Rotation/linear groß, sogar größer als bei Gewinde- bzw. Kugelspindeln. Es besteht eine verbreitete Fachmeinung, daß elektrisch angetriebene Spritzgießmaschinen weder die Qualität noch die Zykluszeit der entsprechenden hydraulisch angetriebenen Maschinen erreichen können. Tatsache ist, daß seit einem Jahrzehnt ein Durchbruch der voll elektrischen Maschine nicht gelang, dies trotz des enormen Vorteils der Energieersparnis.

Der Stand der Technik ist bislang von dem Modell einer Werkzeugmaschine mit elektrischen Servomotoren und Kugelspindeln als Antrieb ausgegangen und hat dieses Modell auf Spritz- bzw. Druckgießmaschinen mit
 50 elektrischem Antrieb übertragen. In Werkzeugmaschinen werden jedoch hauptsächlich reine Positionsregelungen durchgeführt, so daß lediglich die Anforderungen an die Positioniergenauigkeit besonders hoch sind. Bei Spritz- bzw. Druckgießmaschinen kommen zusätzlich noch hohe Anforderungen an die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsregelungen. Daher ist man im Stand der Technik vom Konzept der klassischen CNC-Steuerung für Werkzeugmaschinen auf ein Konzept nach Art einer modernen Industriesteuerung übergegangen. Bei diesem Übergang haben sich folgende drei Problemgebiete ergeben, die zu lösen waren: das generelle Steuerkonzept, die Steuerung und Regelung der einzelnen Antriebe und die mechanische Übertragung der motorischen Rotations- in eine Translationsbewegung. Zum besseren Verständnis der beiden erstgenannten Problemgebiete samt Lösungsmöglichkeiten sei ergänzend auf die Druckschriften CH 2 733 A und CH 353 A verwiesen.
 60 In dem letztgenannten Problemgebiet ist die Kraftübertragung bei der Transformation der Rotations- in die Translationsbewegung noch nicht zufriedenstellend gelöst worden.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, mit einem einfachen Grundaufbau sowie elektrischen Servomotoren die Kraftübertragung zu verbessern und eine möglichst vollkommene mechanische Beherrschung des ganzen Arbeitsprozesses, mit geringst möglichem Energiebedarf zu erreichen.

65 Die Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Mit dieser Lösung des letztgenannten Problemgebietes (die Kraftübertragung) sowie der Lösung der beiden erstgenannten Problemgebiete (vgl. CH 2 733 A und CH 353 A) wird vorteilhaft der gesamte Arbeitsprozeß in Spritz- bzw. Druckgießmaschinen mit elektrischen Servomotoren nahezu vollkommen beherrscht. Dank des Einsatzes elektrischer

Servomotoren wird dabei der Energiebedarf so gering wie möglich gehalten.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2—8 beschrieben.

So erfolgt die Kraftübertragung in einer bevorzugten Ausführungsform über eine große Anzahl Planetenrollen. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Transformation der Rotations- in die Translationsbewegung, insbesondere für die Formschließvorrichtung, direkt oder über ein einstufiges Getriebe. Dabei kann der Rollengewindetrieb selbst das Untersetzungsgetriebe sein. Es ist erkannt worden, daß die klassischen physikalischen Gesetze bezüglich des Verhältnisses der Drehmoment-Übertragung sowie der Massenträgheitsmomente bis anhin zu wenig beachtet wurden. Dies war einer der Gründe, weshalb in vielen Fällen die hohe Qualität und kurze Zykluszeit nicht erreicht werden konnte. Die relevanten Gesetzmäßigkeiten sind etwa:

Für rotierende Massen:

Zylinder rotierend um Längsachse $J = m \times r^2/2$

Übersetzungsverhältnis = i_r :

$i_r = \omega_{\text{Last}} / \omega_{\text{Motor}}$

$i_r = n_{\text{Last}} / n_{\text{Motor}} [\%] [\omega = n \times 2 \times \pi/60]$

Reduziertes Massenträg'mom $\cdot J_{\text{red}} = J_{\text{Last}} \times i_r^2$

Für linear bewegte Massen:

Übersetzungsverhältnis $i_{\text{lin}} = v_{\text{Last}} / \omega_{\text{Motor}}$

Reduziertes Massenträg'mom $\cdot J_{\text{red}} \cdot i_{\text{lin}} = m \times i_{\text{lin}}^2 = 91.2 \times m \times v^2/n^2$

Es bedeuten dabei:

J Massenträgheitsmoment $[\text{kgm}^2]$

m Masse $[\text{kg}]$

ω Winkelgeschwindigkeit $[\text{rad/s}]$

v lineare Geschwindigkeit $[\text{m/s}]$

M Drehmoment $[\text{Nm}]$

t_{ramp} Beschleunigungszeit $[\text{s}]$

n Drehzahl pro Minute $[\text{min}^{-1}]$

Reduzierte Massenträgheitsmomente werden addiert.

Für die Berechnung der Beschleunigung und der Beschleunigungszeit gilt:

Winkelbeschleunigung $\dot{\omega}$: $\dot{\omega} = M/J_{\text{total}}$

Beschleunigungszeit

(konstante Beschleunig.): $t_{\text{Ramp}} = \omega/\dot{\omega}$

Die obigen beiden Formeln gelten insbesondere auch bei kombinierten Systemen mit Rotations- und Translationsmassen. Aus der Berechnung des reduzierten Massenträgheitsmomentes und der Beschleunigung in kombinierten Systemen mit rotierenden und translatorisch bewegten Massen ergibt sich, daß ein Größtwert R gleichsam als "Gütekriterium", als Ziel, gesucht werden muß:

$$R = \frac{\text{Motordrehmoment}}{\text{Summe aller Massenträgheitsmomente}}$$

Es hat sich gezeigt, daß bei der Transformation der Rotationsbewegung in die lineare Bewegung mittels Rollengewindetrieb beste Werte für R erhalten werden, wenn in einer bevorzugten Ausführungsform die Transformation 1 : 1 erfolgt, insbesondere wenn die Rollenspindel direkt durch den Motor angetrieben wird. Es kommt hinzu, daß der Rollengewindetrieb nur harmonische Bewegungen durchführt und dadurch wesentlich größere Geschwindigkeiten bzw. Beschleunigungen zuläßt, etwa im Vergleich zu einer Kugelspindel als Transformationselement. Die Kugelspindel bedingt als wesentlichen Nachteil auch unharmonische Bewegungen, nämlich bei der Kugelrückführung, welche eine doppelte Umkehr um 180° für jede Kugel voraussetzt. Mit der Erfindung können die bisherigen Höchstwerte der hydraulischen Maschinen nicht nur erreicht, sondern teils sogar überboten werden. Es lassen sich aber auch die besonderen Vorteile der Rollengewindetriebe voll einsetzen:

- Die Steigung kann bei verschiedenen Durchmessern in gewissem Rahmen angepaßt werden. Damit ist es möglich, die Spindel mit relativ hohen Drehzahlen anzutreiben. In bevorzugten Ausführungsformen kann wirtschaftlich ein direkter Antrieb gewählt werden; bei der eher langsamen Bewegung für das Einspritzen genügt ein einstufiges Stirnrad-Getriebe.
- Der Rollengewindetrieb hat in den benötigten Längen seine maximal mögliche lineare Geschwindigkeit merklich über 1 m/s , ist also ideal geeignet für den Antrieb des Gelenkkopfes.

— Der Rollengewindetrieb kann mit wenig Aufwand abgedichtet werden, so daß eine wartungsarme Konstruktion möglich ist.

Es hat sich gezeigt, daß nicht nur ein höherer Wirkungsgrad für den Gesamtantrieb erreichbar ist, sondern daß in einer bevorzugten Ausführungsform durch entsprechende Wahl der Steigung des Rollengewindetriebes zum Teil sogar ein 1 : 1 Übertrieb vom Motor zu der verschiebbaren Einheit möglich ist. Diese bevorzugte Ausführungsform weist extrem kleine Massenträgheitsmomente auf, was sehr kurze Beschleunigungsrampen erlaubt. Nachfolgend seien weitere bevorzugte Ausführungsformen genannt. Grundsätzlich ist es möglich, daß der Antriebsmotor die Rollenspindel antreibt, wobei über die Rollenmutter die Einspritzachse und/oder der Gelenkkopf und/oder das Einspritzaggregat und/oder der Auswerfer bewegt wird. Es ist aber auch möglich, daß der Antriebsmotor die Rollenmutter antreibt, wobei über die Rollenspindel die Einspritzachse und/oder das Einspritzaggregat und/oder der Auswerfer bewegt wird. Bevorzugt werden Formschluß und Auswerfer und teilweise die Einspritzachse durch 1 : 1 Direktantrieb von dem Antriebsmotor linear bewegt. Es kann besonders bei großen Einheiten von Vorteil sein, die Einspritzachse über eine Untersetzung zum Beispiel 2 : 1 oder in extremen Fällen 4 : 1 durch den Antrieb über die Rollenmutter linear zu bewegen. Vorteilhafterweise ist der Antriebsmotor in der Drehzahl regelbar, zum Beispiel bis 3000 Umdrehungen pro Minute. Rollengewindetriebe sind in der Regel eine Art mehrgängiges Gewinde, was ein besonderer Vorteil ist. Die Steigung des Rollengewindetriebes wird, wenn möglich, so groß gewählt, daß der Antriebsmotor direkt mit dem Rollentrieb kuppelbar ist oder aber höchstens über ein einstufiges Getriebe.

Die neue Antriebstechnik mit dem Rollengewindetrieb, welcher nun ganz oder teilweise die Funktion eines Untersetzungsgetriebes hat, erlaubt eine Anzahl weiterer bevorzugter Ausführungsformen: So können insbesondere für die Bewegung der Formschließvorrichtung zwei parallel arbeitende Antriebsmotoren vorgesehen werden. Bevorzugt wird dabei je ein Antrieb in einer vertikalen Mittenebene angeordnet, welche durch die je zwei übereinanderliegenden Holme geht. Üblicherweise haben diese Maschinen je eine Formträgerplatte sowie ein über separate Antriebsmittel einstellbares Gelenkschild. Diese Antriebsmittel können einen zentralen Zahnkranz und gegebenenfalls für jeden Holm je ein Übertriebsrad aufweisen.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

Es zeigen:

Die Fig. 1 schematisch die Hauptfunktionselemente für die Linearbewegung einer Einspritzeinheit;
die Fig. 2 eine Gesamtansicht einer Spritzgießmaschine mit allen Hauptachsen;
die Fig. 3 schematisch den Direktantrieb über die Rollenspindel;
die Fig. 4 schematisch den Direktantrieb der Rollenmutter;
die Fig. 5 eine teilweise aufgeschnittene Rollenmutter mit den Planetenrollen;
die Fig. 6 die Formschluß-Seite mit Direktantrieb der Rollenspindel für die Formschließeinheit mit einem Doppelantrieb;
die Fig. 6a, 6b und 6c verschiedene Ansichten der Fig. 6 in kleinerem Maßstab;
die Fig. 7a, 7b und 7c und eine Alternative zu den Fig. 6a—6c jedoch mit nur einem Antrieb für die Formschließeinheit.

In der Folge wird nun auf die Fig. 1 Bezug genommen, welche eine Einspritzeinheit 44 darstellt. Ein Antriebsmotor 1 weist einen Rotor 3 mit Permanentmagnet sowie einen Positionssensor auf. Der Stator weist mehrere, meistens drei Wicklungen auf. Über ein Abtriebsritzel 2, das fest auf der Welle des Rotors 3 aufgekeilt ist, wird ein Zahnrad 7 angetrieben, welches die Rotationsbewegung des motorischen Antriebes auf den Rollengewindetrieb 4 überträgt der einer Rollenspindel 8 eine Linearbewegung verleiht. Die Rollenspindel 8 ist kraftschlüssig verbunden mit einer Schneckenwelle 9, so daß die entsprechende Rotationsbewegung des Rotors 3 unmittelbar in eine Linearbewegung der Plastifizierschnecke 10 umgeformt wird und die vom Arbeitsprozeß verlangte Bewegung durchführt. Die gezeichnete Stellung der Plastifizierschnecke 10 in dem Spritzzylinder 11 ist etwa am Ende der Plastifizierphase, so daß sich noch eine beachtliche Menge an Spritzmaterial 12 in dem Spritzzylinder 11 befindet, welche nun über die Einspritzdüse 13 noch in die Kavität 14 der beiden Formhälften 15 resp. 16 gepreßt wird. Der beschriebene Ablauf wird über die Steuerung der Lageänderung des resultierenden Magnetfeldes resp. die entsprechende Steuerung der Bewegung des Rotors 3 von einem Drive 20 durchgeführt. Alle erforderlichen Steuersignale an den Drive 20 werden von einer vorzugsweise hardwaremäßig getrennt angeordneten elektronischen Steuerung 21 aufbereitet und die Rezepte zugeführt. Dazu weist der Drive 20 einen Datenspeicher 22 oder Rezeptspeicher auf, von dem je ein erforderliches Grundrezept die für den Spritzgießablauf vorbestimmten Geschwindigkeits- und Druck-Sollwerte des Bewegungsablaufs moduliert und damit der gewünschte Geschwindigkeits- und Druckverlauf erzeugt wird. Die elektronische Steuerung ist vorzugsweise als Mehrgrößenregler ausgebildet. Mit den beschriebenen Grundfunktionen kann ein ganzer Spritzgießvorgang beherrscht werden. Einerseits für neue noch nicht bekannte Formen oder Materialien, und auch als Sicherung bei Material-Qualitätsänderungen ist es sehr vorteilhaft, über einen Kraftsensor 24 die axiale Kraft in der Schneckenwelle 9 während des ganzen Spritzvorganges zu erfassen und über eine Signalleitung 23, welche ein Busübertragungssystem sein kann, der elektronischen Steuerung zu übermitteln, so daß zum Beispiel beim Überschreiten von Grenzwerten sofort ein Korrekturbefehl über die Bewegungssteuerung abgegeben wird. Eine weitere Möglichkeit ist die unmittelbare Druckerfassung über einen Drucksensor 25, dessen Signal ebenfalls zur Bewegungsführung in der elektronischen Steuerung 21 verwendet werden kann.

Die Fig. 2 zeigt eine ganze Spritzgießmaschine mit einem Maschinenstander 30. Eine Formschließeinrichtung 31 ist über einen Motor 1, eine Rollenspindel 8 eines Rollengewindetriebes 4 sowie ein Doppelknien gelenk 34 angetrieben und bewegt eine Grundplatte 35 mit der Formhälfte 16 in die entsprechende Offen- bzw. Schließstellung. Der Motor 1 ist auf einem gegenüber der Grundplatte 35 positionierbaren Gelenkschild 36 abgestützt. Ein weiterer Antrieb 38 betätigt einen Auswerfer 39. Das Spritzrohmaterial wird über einen Speisetrichter 40

zugeführt. Die Rotationsbewegung der Plastifizierschnecke 9 wird über einen Antriebsmotor 41 mit entsprechendem Übertrieb erzeugt. Eine weitere schematisch dargestellte Achse 42 ist für den Antrieb des ganzen Einspritzaggregates vorgesehen. Die Angußdüse ist mit dem Bezugszeichen 43 versehen.

Die Fig. 3 zeigt rein schematisch den Antrieb über die Rollenspindel 8. Dabei ist zwischen dem Antriebsmotor 1 sowie der Rollenspindel 8 ein Übertrieb/Kupplung 5 vorgesehen, welche(r) in vielen Fällen eine bloße feste Verbindung zwischen der Motorachse resp. dem Rotor 3 und der Rollenspindel 8 ist. Über eine Rollenmutter 51 kann zum Beispiel die Form 31 oder die Plastifizierschnecke 10 linear verschoben werden.

Die Fig. 4 zeigt umgekehrt den Antrieb über die Rollenmutter 51, über welche die Rollenspindel 8 linear bewegt wird.

Die Fig. 5 zeigt einen Rollengewindetrieb 4 mit einer Rollenspindel 8, die über ein Dreiecksgewinde mit einem Flankenwinkel von 90° verfügt. Die Teilung kann den Bereich von z.Bsp. 0,4 bis 7 mm mit 4,5 oder 6 Gewindegängen umfassen. Die Rollenmutter 51 besitzt ein Innengewinde mit demselben Gewindetyp und derselben Anzahl an Gewindegängen wie die Rollenspindel 8. Die Planetenrollen 52 zwischen Rollenmutter 51 und Rollenspindel 8 sind mit einem eingängigen Gewinde und einem Flankenwinkel von 90° ausgestattet. Die Gewindeflanken sind ballig ausgeführt, so daß sich daraus ein großer Kontaktradius für große Tragfähigkeit und hohe Steifigkeit ergibt. Der Steigungswinkel stimmt mit dem Gewinde der Rollenmutter 51 überein; folglich bewegen sich die Planetenrollen 52 nicht in axialer Richtung, wenn sie in der Rollenmutter 51 rollen. Es ist keine Rückführung erforderlich. Die Zapfen 53 der Planetenrollen 51 sind an beiden Mutterenden in Käfigringen 54 gelagert und halten Abstand. Um eine korrekte Rollbewegung der Planetenrollen 52 sicherzustellen, sind diese an beiden Enden 55 mit Zähnen ausgestattet, die in zwei innenverzahnte Ringe 56 eingreifen (eine Gleitbewegung würde zu einer axialen Bewegung relativ zur Rollenmutter 51 führen). Diese werden an beiden Mutterenden durch Stifte 57 gesichert. Im Zentrum der zylindrischen Rollenmutter 51 ist eine Schmierbohrung 58 vorgesehen. Der Rollengewindetrieb 4 ist bei jedem Durchmesser durch verschiedene Steigungen an die verschiedenen Ansprüche (Achsen) anpaßbar. Mit der, in Grenzen, freien Wahl der Steigung ist auch der Wirkungsgrad optimierbar. Typische Anforderungen an die einzelnen Achsen einer Spritzgießmaschine mit z.Bsp. 1000 kN Schließkraft mittels Doppelkniegelenk sind wie folgt: (Alle Angaben sind nur Beispiele und können je nach Größe der Maschine stark variieren) Einspritzen:

Einspritzkraft erzeugen 320 kN

Hub der Einspritzschnecke. 160 mm.

Die maximale Einspritzgeschwindigkeit kann in diesem Bereich etwa 200 mm/s betragen, was verglichen mit hydraulisch betriebenen Universal-Spritzgießmaschinen sehr gut ist, und die Herstellung auch von dünnwandigen technischen Spritzteilen erlaubt. Dank der Minimierung des Lastschwungmoments (das Schwungmoment, das der Motor vor sich spürt) ist es gelungen, beste Werte einer hydraulisch betriebenen Spritzgießmaschine zumindest zu egalisieren.

Formschluß:

Kraft am Gelenkkopf 35 kN

Gelenkkopfgeschwindigkeit: 1000 mm/s

Hub des Gelenkkopfes: 435 mm.

Bei vollelektrischen Spritzgießmaschinen kommt für den Formschluß eigentlich nur ein Grundkonzept in Frage, nämlich der Kniehebel. Der Grund dafür liegt in der Umsetzung der elektrischen Leistung in die Schließkraft. Je nach Auslegung der Kniegelenkgeometrie sind Kraftübersetzungen bis zum Faktor 50 möglich. Mit diesem Konzept ist eine parallele Führung auch von schweren Werkzeugen problemlos. Der Motor mit einem Nennmoment von z.Bsp. 51 Nm wird in der Beschleunigungs- und der Verriegelungsphase auf 127 Nm überlastet. Wichtig zu erwähnen ist, daß das Schwungmoment der Last am Motor nur dem 0,5-fachen des Motorschwungmomentes entspricht.

Einspritzaggregat:

Anpreßkraft: 67 kN

Aggregatsgeschwindigkeit: 100 mm/s

Hub: 240 mm

Auswerfer:

Kraft: 30 kN

Geschwindigkeit: 1000 mm/s

Auswerferhub: 120 mm.

Aus der Erkenntnis heraus, daß bisher eine nennenswerte Auswerferkraft praktisch nur bei den ersten mm Fahrweg gebraucht wird und diese nach dem Losreißen des Spritzteils auf einen Bruchteil der Losreißkraft abfällt, kann dem Spritzteil durch entsprechende Steuervorgaben zusätzlich eine Wurfbewegung aufgeprägt werden. Die neue Lösung erlaubt die bisher üblichen Geschwindigkeiten von 200 bis 300 mm/sec. nun bis auf über 1 m/sec zu steigern, um die gewünschte Wurfkraft bzw. die notwendige Beschleunigung zu erhalten.

Die Fig. 6 zeigt die Formschließ-Seite einer Spritzgießmaschine. Die Darstellung zeigt zwei verschiedene Positionen. In der oberen Bildhälfte ist die Form geschlossen und der Kniehebel 34 gestreckt, in der unteren Bildhälfte ist die Form offen und der Kniehebel 34 in zurückgezogener Stellung. Die Rollenspindel 8 ist zweiseitig gelagert, einerseits beim Motor 1, andererseits an einer fest mit dem Gelenkschild 36 verbundenen Stützplatte 36a.

Wie aus der Fig. 6c erkennbar ist, werden bei dieser besonders vorteilhaften Ausgestaltung zwei Motoren 1

links und rechts verwendet. Einerseits wird dadurch der mittlere Raum für den Auswerfer entlastet, das heißt Auswerfer und Kniegelenkantrieb stören sich gegenseitig nicht mehr. Andererseits werden die Kräfte für den Antrieb der Kniegelenke unmittelbar auf beiden Seiten eingeleitet. Der Kraftfluß ist damit für den Gelenkantrieb in je einer Ebene statisch vorteilhafter verteilt und besser definiert. Es ist ferner möglich auch nur einen einzigen Motor 1 zu verwenden und einen Übertrieb zwischen den zwei Rollengewindetrieben 4 vorzusehen.

Die Fig. 7a bis 7c entsprechen den Fig. 6a bis 6c, jedoch wird bei den Fig. 7a bis 7c nur ein Motor 1 in der Mitte eingesetzt, der auch nur einen Rollengewindtrieb 4 antreibt, der mittig angeordnet ist.

Zur Einstellung der Anpreßkraft kann die Grundplatte 35 sowie das Gelenkschild 36 zusammen mit dem Kniegelenk 34 als Einheit auf an sich bekannte Art verschoben werden, was über einen Stellmotor 60 sowie einen Zahnkranz 61 gegebenenfalls mit Übertriebsritzel 62 erfolgt. Es wird dazu auf die CH 491 739 Bezug genommen.

Patentansprüche

1. Antrieb für wenigstens eine linear bewegbare Achse (8, 42) einer Spritzgießmaschine mit einem eine Rotationsbewegung ausführenden Antriebsmotor (1, 38, 41) und einem Übertrieb für die Umsetzung der Rotationsbewegung des Antriebsmotors (1, 38, 41) in die Linearbewegung der wenigstens einen Achse (8, 42), dadurch gekennzeichnet, daß der Übertrieb als Rollengewindtriebe (4) mit einer Rollenspindel (8), einer Rollenmutter (51) und dazwischenliegenden Planetenrollen (52) ausgebildet ist.
2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb als Antrieb für wenigstens eines der nachstehenden Elemente der Spritzgießmaschine ausgelegt und angeordnet ist: eine Formschließvorrichtung (31) eine Plastifizierschnecke (10), ein Auswerfer (39) und eine Einspritzeinheit (44).
3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb den Rollengewindtrieb (4) direkt oder über ein einstufiges Getriebe antreibt.
4. Antrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung des Rollengewindtriebes (4) an die gewünschte Transformation der Rotationsbewegung in die Linearbewegung jeweils angepaßt ist.
5. Antrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (1, 38, 41) als geregelter AC-Servomotor ausgebildet ist.
6. Antrieb nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für die Bewegung der Formschließvorrichtung (31) zwei parallel arbeitende Antriebsmotoren (1) vorgesehen sind.
7. Antrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (1) die Rollenspindel (8) antreibt.
8. Antrieb nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (1, 38, 41) in der Drehzahl regelbar ist, insbesondere im Bereich von 3000 Umdrehungen pro Minute.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG 1

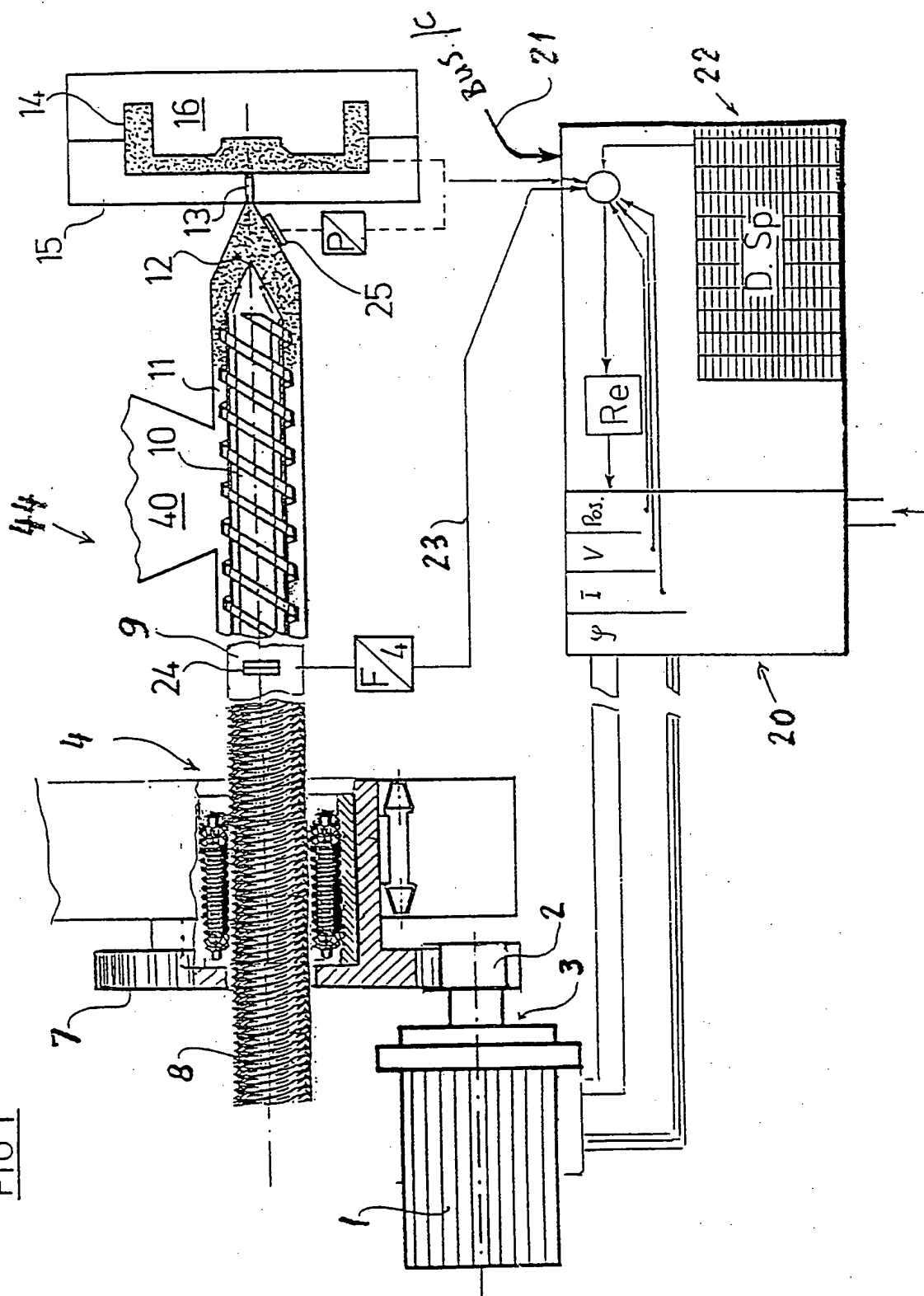


FIG 2

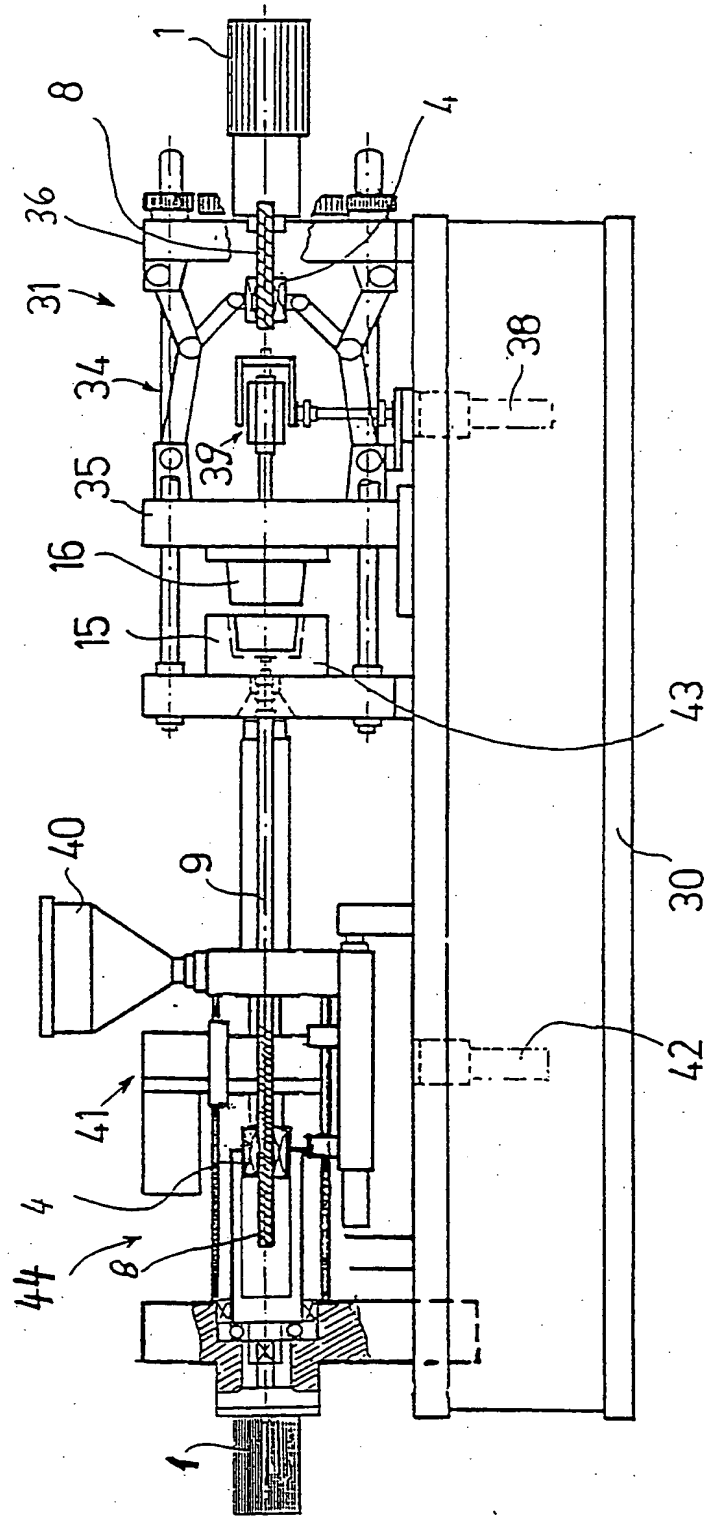


FIG 3

10, 44, 35, ... 39

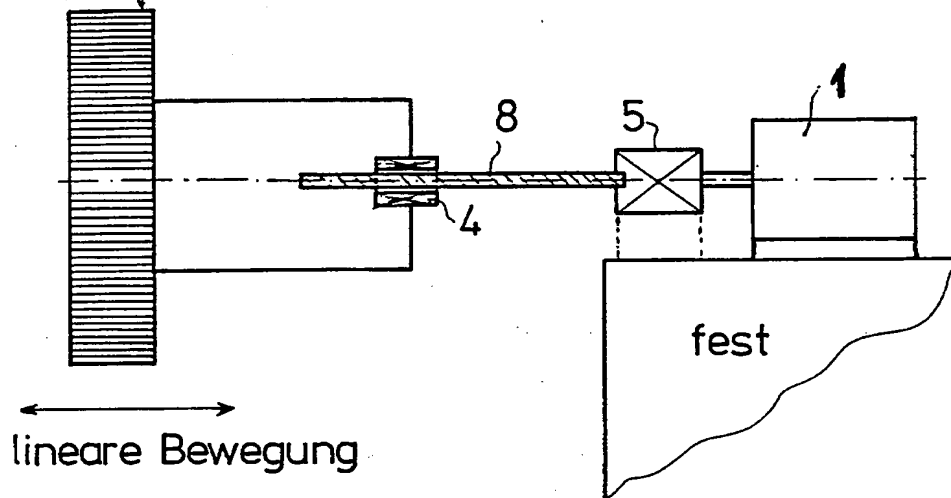
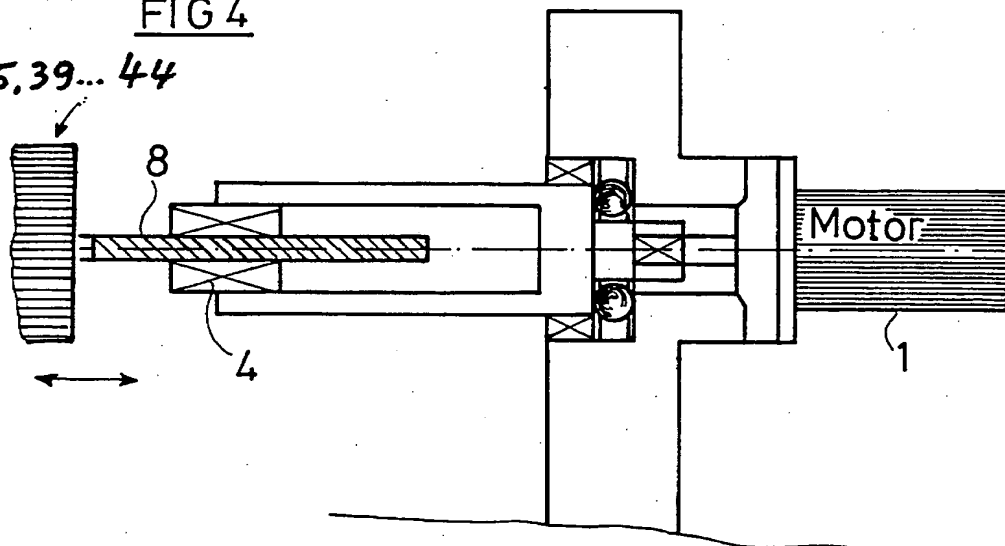


FIG 4

35, 39... 44



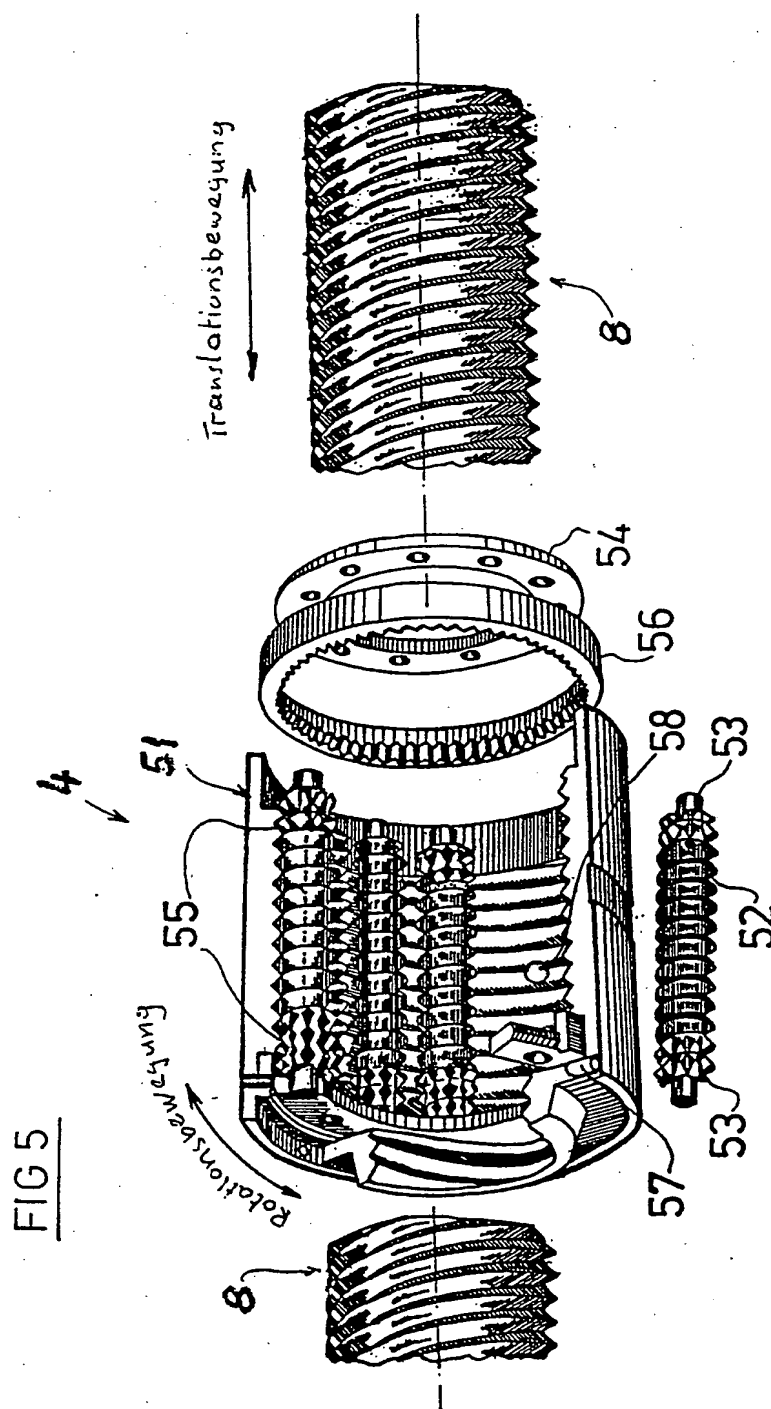
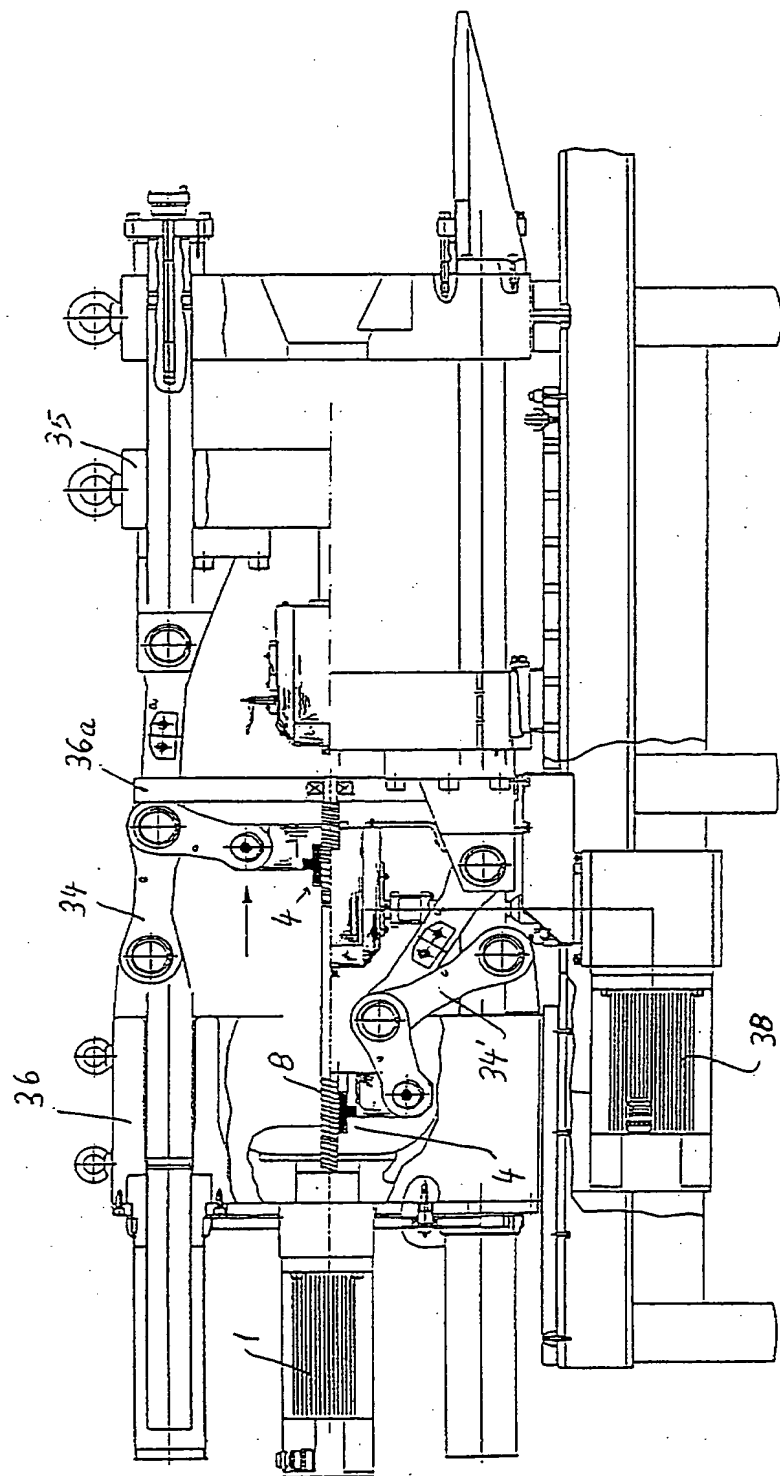


FIG 6



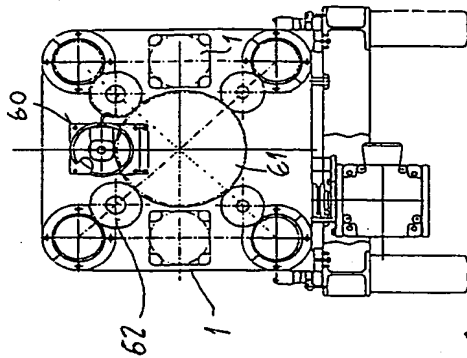


Fig. 6c

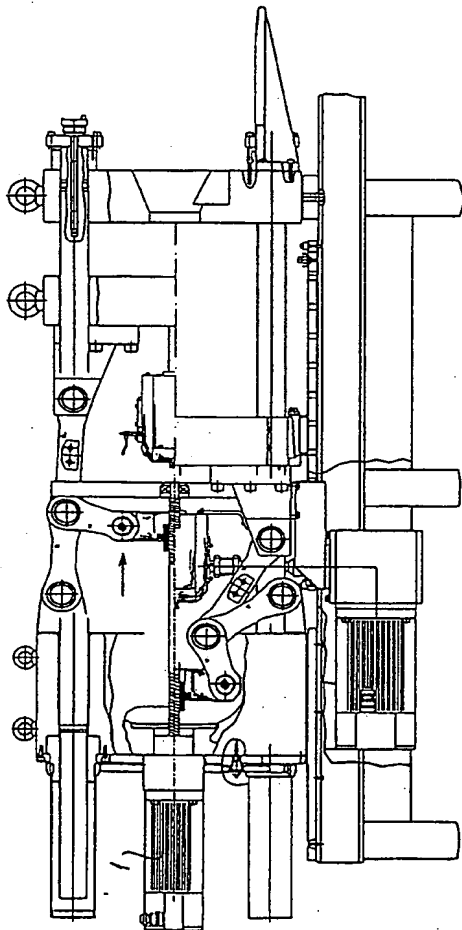


Fig. 6a

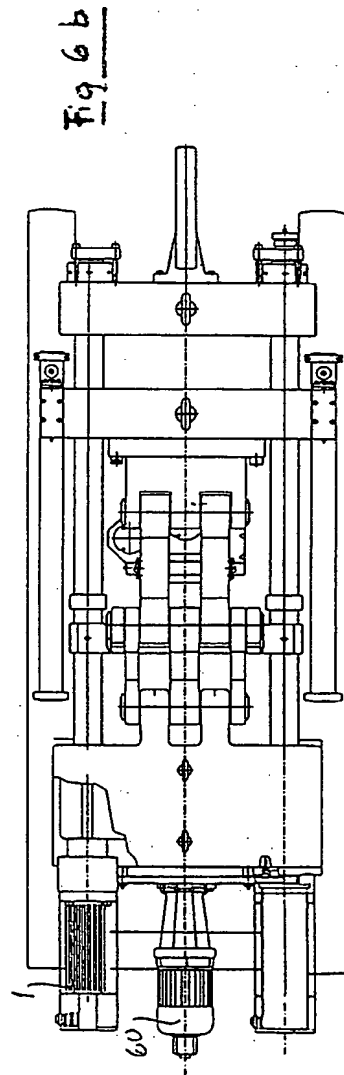


Fig. 6b

